

Method for determining the real speed of a train

Publication number: DE3639416 (C1)

Publication date: 1987-11-19

Inventor(s): GAST JENS-PETER DIPL-ING

Applicant(s): LICENTIA GMBH

Classification:

- International: B60T8/17; B60T15/14; B61H13/00; G01P3/50; B60T8/17; B61C15/00; B61H13/00; G01P3/42; (IPC1-7): G01P3/50; B61C15/08

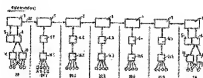
- European: B60T8/17P5; B61C15/14; B61H13/00; G01P3/50

Application number: DE19863639416 19861118

Priority number(s): DE19863639416 19861118

Abstract of DE 3639416 (C1)

The invention relates to a method for determining the real speed of a train from the speed of revolution of its axles for tractive units to which there are no genuine running axes available. A computer-supported centralised train control with central detection of all the speeds of revolution of the axes and a control which includes anti-skid and anti-slip protection, of the drive systems and/or braking systems which are arranged decentrality is present, in which case, in the event of driving force deficits or braking force deficits due to failures, redistribution of the deficits to drive systems or braking systems which have not failed takes place. The invention consists in, depending on the mode of operation, in each case one axle being selected from the centralised train control, in a progressive alternation, from the number of drive axes or brake axes and being declared for a specific time as a "quasi-running axle" with a control variable, which is reduced in comparison with the other drive axes or braking axes, for the train force or braking force, in the speed of revolution of this current "quasi-running axle" constituting, until the next determination of another axle, the reference speed of revolution for the control of all the decentralised drive systems or braking systems, and in the "quasi-running axle" which is operated in each case in an attenuated fashion is detected as a failed system, its power deficit being redistributed to the other intact systems.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 36 39 416.5-52
22 Anmeldetag: 18. 11. 86
43 Offenlegungstag: —
46 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 19. 11. 87

Behördenstempel

DE 3639416 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

23 Patentinhaber:

Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 6000 Frankfurt,
DE

27 Erfinder:

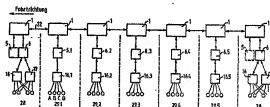
Gast, Jens-Peter, Dipl.-Ing., 1000 Berlin, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

NICHTS-ERMITTELT

25 Verfahren zur Bestimmung der Realgeschwindigkeit eines Zuges

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung der Realgeschwindigkeit eines Zuges aus der Drehzahl seiner Achsen für Triebfahrzeuge, denen keine echten Laufachsen zur Verfügung stehen. Es ist eine rechnergestützte zentrale Zugsteuerung mit zentraler Erfassung aller Achsdrehzahlen sowie eine Gleit- und Schleuderschutz berücksichtigende Regelung der dezentral angeordneten Antriebs- und/oder Bremsysteme vorhanden, wobei bei ausfallbedingten Antriebs- oder Bremskraftdefiziten eine Umverteilung der Defizite auf nicht ausgefallene Antriebs- oder Bremsysteme erfolgt. Die Erfindung besteht nun darin, daß je nach Betriebsart aus der Anzahl der Antriebs- oder Bremsachsen - in einem fortschreitenden Wechsel - jeweils eine Achse von der zentralen Zugsteuerung ausgewählt und für eine bestimmte Zeit zu einer »Quasi-Laufachse« deklariert wird, mit einer gegenüber den anderen Antriebs- oder Bremsachsen verringerten Führungsgröße für die Zug- oder Bremskraft, daß bis zur nächsten Bestimmung einer anderen Achse die Drehzahl dieser aktuellen »Quasi-Laufachse« die Bezugsdrehzahl für die Regelung aller dezentralen Antriebs- oder Bremsysteme darstellt und daß, die jeweils abgeschwächt betriebene »Quasi-Laufachse« als ausgefallenes System erkannt wird, wobei deren Leistungsdefizit auf die anderen intakten Systeme umverteilt wird.



DE 3639416 C 1

1. Verfahren zur Bestimmung der Realgeschwindigkeit eines Zuges aus der Drehzahl seiner Achsen, für Triebfahrzeuge, denen keine echten Laufachsen oder nur mit Bremsen versehene Laufachsen zur Verfügung stehen, wobei im Zugbetrieb ein rechnergestütztes zentrale Zugsteuerung mit zentraler Erfassung aller Achsdrehzahlen, sowie eine Gleit- und Schleuderschutz berücksichtigende Regelung der dezentral angeordneten Antriebs- und/oder Bremsensysteme zur Verfügung steht und bei dem bei ausfallbedingtem Antriebs- oder Bremskraftdefiziten eine Umverteilung der Defizite auf nicht ausgefallene Antriebs- oder Bremsensysteme erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß je nach Betriebsart aus der Anzahl der Antriebs- oder Bremsachsen — in einem fortschreitenden Wechsel — jeweils eine Achse von der zentralen Zugsteuerung ausgewählt und für eine bestimmte Zeit zu einer "Quasi-Laufachse" deklariert wird, mit einer gegenüber den anderen Antriebs- oder Bremsachsen verringerten Führungsgröße für die Zug- oder Bremskraft, daß bis zur nächsten Bestimmung einer anderen Achse die Drehzahl dieser aktuellen "Quasi-Laufachse" die Bezugsdrehzahl für die Regelung aller dezentralen Antriebs- oder Bremsensysteme darstellt und daß die jeweils abgeschwächte betriebene "Quasi-Laufachse" als ausgefallenes System erkannt wird, wobei deren Leistungsdefizit auf die anderen intakten Systeme umverteilt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei allachs-angetriebenen und allachs-verzögerten Triebzügen nach jedem neuen Fahr- oder Bremsbefehl fortschreitend eine nächste angetriebene oder gehemmte Achse zur "Quasi-Laufachse" bestimmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei allachs-verzögerten Triebzügen mit Triebköpfen, denen nur im Fahrbetrieb, nicht dagegen im Bremsbetrieb Laufachsen zur Verfügung stehen, nur im Fahrbetrieb nach jedem neuen Bremsbefehl fortschreitend eine nächste bremsbare Achse zur "Quasi-Laufachse" bestimmt wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei Triebzügen mit gemischt wirkenden, haftwertabhängigen und zusätzlich haftwertunabhängigen Bremssystemen diese Systeme differenziert betrieben werden, wobei die haftwertunabhängigen Bremssysteme mit der vollen vorgegebenen Führungsgröße arbeiten und für die haftwertabhängigen Bremssysteme eine reduzierte Führungsgröße bei der "Quasi-Laufachse" und eine erhöhte Führungsgröße für die übrigen Achsen zur Defizitverteilung vorgesehen wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die von der zentralen Zugsteuerung vorgegebene Führungsgröße in Form von Datentelegrammen wagen-eigenen Datenübertragungsgeräten (1) übermittelt wird, die die Führungsgröße jeweils über zugeordnete Subsystemrechner (6 bzw. 6.1, 6.2 usw.) an Steuerungen für die wagen-eigenen Antriebs- (17) oder Bremsensysteme (16 bzw. 16.1, 16.2 usw.) mit Allachsdrehzahlerfassung weiterleiten, wobei eine Schlüsselzahl S mit dem Wertebereich $1 \leq S \leq (n \cdot a)$, n = Anzahl Achsen pro Wagen, a = Anzahl der Wagen in dem Datentelegramm die ausgewähl-

te "Quasi-Laufachse" festlegt, die über das zugehörige Datenübertragungsgerät (1) und den Subsystemrechner (6 bzw. 6.1, 6.2 usw.) angewählt wird, wobei in serieller Wechselübertragung für die Steuerung eine um einen Faktor (k) reduzierte Führungsgröße ($WZ1$) nach der Formel $WZ1 = k \cdot WZ$ (für $1 > k \geq 0$; WZ = Führungsgröße) für die "Quasi-Laufachse" übertragen wird und umgekehrt allein diese Drehzahl der "Quasi-Laufachse" zur Auswertung an die zentrale Zugsteuerung rückübertragen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zum Ausgleich der Reduktion der Führungsgröße für die "Quasi-Laufachse" eine Erhöhung der Führungsgröße an den anderen Achsen nach der Formel

$$WZ2 = WZ + ((1 - (k \cdot WZ)/(n \cdot a)) \cdot WZ)$$

erfolgt, worin $WZ2$ = die erhöhte Führungsgröße, WZ = übertragene (normale) Führungsgröße, $(n \cdot a)$ = die Achsenzahl und k = Reduktionsfaktor darstellen.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Triebzügen mit gemischt wirkenden Bremssystemen die zentrale Zugsteuerung über das mit der Schlüsselzahl S angesprochene Datenübertragungsgerät (1) zusätzlich zum Befehl zur Reduzierung der Führungsgröße für die jeweilige "Quasi-Laufachse" der haftwertabhängigen Bremssysteme einen Befehl erzeugt, der verhindert, daß die haftwertunabhängigen Bremssysteme ebenfalls in ihrer Wirkung reduziert werden.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung der Realgeschwindigkeit eines Zuges aus der Drehzahl seiner Achsen, wie es im Oberbegriff des Anspruchs 1 näher definiert ist.

Für Fahrzeuge mit Laufachsen ist die Realgeschwindigkeit leicht aus der Drehzahl der Laufachsen zu ermitteln. Gegebenenfalls werden Radruchmesserunterschiede rechnerisch eliminiert. Die modernen Triebfahrzeuge verwenden keine Laufachsen mehr. Bei Zugverbänden mit Triebköpfen und Wagen (auch bei lokbespannten Zügen) können zwar die nichtangetriebenen Wagenachsen beim Fahren als Laufachsen zur Geschwindigkeitsermittlung herangezogen werden, im Bremsbetrieb versagt jedoch die Methode, da normalerweise alle Räder gebremst werden.

Für solche Fälle ist es bekannt, die Drehzahlen aller angetriebenen oder gebremsten Achsen gleichzeitig zu erfassen und durch Vergleich die richtige Drehzahl abzuleiten. Defekte, schleudernde oder gleitende Achsen verfälschen jedoch das Bild erheblich, so daß höherer Rechenaufwand für eine "Plausibilitätsfensterung" erforderlich wird. Beim ICE (Intercity Experimental) werden so nicht plausible Werte erkannt und von der Bewertung ausgeschlossen. Bei einem 5 Wagen-Zug mit jeweils vier Achsen sind dabei z. B. für 20 Drehzahlen 40 Drehzahl-Telegramme ständig zu übertragen. Dies bringt eine sehr hohe Datenflut von zu übertragenden, oft nicht gerade wesentlichen Daten nur zur Errechnung der Geschwindigkeit und macht mehr als 50% des zu übertragenden Gesamtinformationsgehaltes aus. Derartige Datenmengen können nur mit höherer Rech-

nerkapazität bewältigt werden, wobei dem ganzen Verfahren der "Plausibilitätsprüfung" noch eine Reihe von Bedingungen zugeordnet werden müssen, die bei Nichtinhaltung die Berechnungssicherheit beeinträchtigen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein wesentlich einfacheres Verfahren für Züge zu schaffen, bei denen eine zentrale Zugsteuerung mit zentraler Erfassung aller Achsdrehzahlen sowie eine Gleit- und Schleuderschutz berücksichtigende Regelung der dezentral angeordneten Antriebs- oder Bremssysteme Verwendung findet und bei denen weiter — wie beim ICE — bei ausfallbedingten Antriebs- oder Bremskraftdefiziten eine Umverteilung der Defizite auf nicht ausgefallene Antriebs- oder Bremssysteme durchgeführt wird.

Die vorhandene Technik soll in vorteilhafter Weise für das erfindungsgemäße Verfahren ausgenutzt werden, um zu einer vereinfachten Erfassung der Realgeschwindigkeit zu kommen bei gleichzeitiger drastischer Minimierung der zu übertragenden Daten.

Diese Aufgabe wird für ein Verfahren der eingangs genannten Art gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausbildungen und Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Anhand der Figuren der Zeichnung wird die Erfindung im nachstehenden näher erläutert. Es zeigt schematisch

Fig. 1 die elektronischen Einrichtungen für ein allachszugverzögertes Triebfahrzeug mit zentraler Zugsteuerung und Datenübertragung auf dezentrale Subsysteme in einem Strukturbild,

Fig. 2 das Strukturschema für einen Zugverband mit endseitigen Triebköpfen und 5 Wagen.

Nach Fig. 1 wird der Datenverkehr zweikanalig in beiden Richtungen zwischen dem Triebkopf 28 des Zuges und dem Wagen 29 über Busleitungen 22, vorzugsweise in Lichtleitertechnik, und endseitige (wagenseitige) Datenübertragungsgeräte 1 abgewickelt.

Die Verbindung zwischen den Datenübertragungsgeräten 1 und den Hauptrechnereinheiten für die Zugsteuerung 5 und die Ein/Ausgabe 6 wird über systembedingte Zwischenspeicher 2 und Datenreduktionsrechner 3 hergestellt. Die Daten werden bidirektional (erkennbar am Doppelpfeil) über Leitungen 23, 24 und Busleitung 25 ausgetauscht. Die Rechnereinheiten sind über Bediensystem-Schnittstellen 4 zu Diagnosezwecken beeinflussbar. Prozeßseitig sind die Rechnereinheiten 5 und 6 über Ein-/Ausgabe-Leitungen 27 mit Datenreduktionsrechner 7, parallelen Schnittstellen 9, analoger Ausgabe 10, analoger Eingabe 11, seriellen Telegrammschnittstellen 12, sowie parallelen Ein-/Ausgabe-Multiplexern 13, 14 verbunden. Diese Einrichtungen stehen dann über Fahrzeugleitungen 30 mit den Subsystemen Linienzugbeeinflussung 8, Führertisch 15, elektronische Bremsensteuerung 16, elektronische Antriebssteuerung 17, Diagnoseeinrichtung 18, den konventionellen Leitebenen 19, einem Fahrgastinformationssystem 20 sowie einer Referenzgeschwindigkeitsermittlung 21 in Verbindung. Mit 26 sind noch Steuerleitungen

bezeichnet. Soweit geschildert, ist dies die triebkopfseitige Ausrüstung. Bei sonst grundsätzlich gleichem Aufbau unterscheidet sie sich gegenüber der Ausrüstung des Wagens 29 insbesondere durch die zusätzliche Rechnereinheit 5 für die zentrale Zugsteuerung, die fahrerseitigen Bedienelemente 15 und den Antrieb mit dessen Steuerung 16. Als allachszugverzögerter Triebzug sind die Wagenach-

sen über die elektronischen Bremssteuerungen 16 bremsbar. Soweit zum geräteechnischen Aufbau.

Anhand der Fig. 2 soll die Funktion unter Bezug Fig. 1 näher erläutert werden. Die wesentlichen Bezugszeichen sind beibehalten. Es ist schematisch ein Zugverband mit 5 Wagensystemen 29 und zwei Triebkopfsystemen 28 dargestellt. Der in Fahrtrichtung vorn liegende Triebkopf 28 ist der führende, dort erfolgt die zentrale Zugsteuerung über Rechner 5. Der hinten fahrende Triebkopf 28 wird geführt. Über die Datenübertragungseinrichtungen 1 und die Busleitungen 22 wird eine Vielzahl von Signalen zur gegenseitigen Statuskopie übertragen. Darüber hinaus erfolgt noch ein bidirektionaler Datenverkehr zwischen der zentralen Zugsteuerung, d.h. Hauptrechner 5 und den angeschlossenen Subsystemen 6 und 16 in den Wagen 29 bzw. auch 17 in den Triebköpfen.

Der mit 6 bezeichnete Ein-/Ausgaberechner (in den Wagen ist er mit 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5 bezeichnet) wickelt den gesamten seriellen Datenverkehr mit den Subsystemen wie Bremssteuerungen 16 und Antriebssteuerungen 17 ab, wobei die Daten der zentralen Zugsteuerung empfangen werden und formatgewandelt über serielle Schnittstellen weiterverteilt werden. Hinweis: Die Wagen sind je nach Folge mit 29.1, 29.2, 29.3, 29.4, 29.5 und ebenso die Bremssteuerungen zugeordnet mit 16.1 bis 16.5 bezeichnet. Weiterhin empfängt der Ein-/Ausgaberechner 6 bzw. 6.1 usw. umgekehrt die seriellen Telegramme der Antriebs- und Bremssteuerungen 17 und 16, wandelt das Format und übergibt die Daten unter gewissen Voraussetzungen aufbereitet der zugehörigen Datenübertragungseinrichtung 1 für die Übertragung über die Busleitung 22. So werden z.B. die von den wageninternen Bremssteuerungen 16.1 und 16.5 ermittelten Drehzahlen der einzelnen Achsen der Wagen 29.1 bis 29.5 bis zum jeweiligen Ein-/Ausgaberechner 6.1 bis 6.5 bitseriell übertragen, jedoch dann nur jeweils die Drehzahl der ausgewählten als "Quasi-Laufachse" bezeichneten Achse weitergegeben. Diese Drehzahl kann von der zentralen Zugsteuerung als Drehzahl für die Errechnung der Realgeschwindigkeit über Grund herangezogen werden.

Unter Verweis auch auf Fig. 1 verläuft ein solcher Datenfluß von einem der Wagen 29 zum Hauptrechner im Triebkopf 28 über folgende Leitungen und Einrichtungen: 16, 30, 12, 6, 23, 3, 2, 23, 1, und weiter in Triebkopf 28 über 1, 23, 2, 24, 3, 25, 5.

Gemäß der Erfindung wird den vom Zugsteuerrechner 5 den Wagen 28 (aber auch Triebkopf 29) mitgeteilten Datentelegrammen jeweils zusätzlich eine Schlüsselzahl mitgegeben, die eine ganz bestimmte Achse bezeichnet, die als "Quasi-Laufachse" fungieren soll, z.B. Achse B in Wagen 29.1. Diese Schlüsselzahl veranlaßt den zugehörigen Ein-/Ausgaberechner 6.1 dazu, daß die Bremssteuerung 16.1 die im Dialog mit den Achsen A, B, C, D steht, daß Achse B eine um einen Faktor k verminderte Führungsgröße WZ erhält. Die Bremskraft wird damit so weit vermindert, daß ein Überbremsen mit Sicherheit auszuschließen ist und gleichzeitig wird nur diese Drehzahl dieser einen Achse B rückübertragen. Diese Drehzahl bleibt vorübergehend für die Zeit der Gültigkeit des genannten Schlüsselzahlsignals gültig und stellt die Bezugsdrehzahl für die Regelung aller dezentralen Antriebs- oder Bremssysteme dar. In gleichartiger Weise wird auch beim Fahnenverfahren.

Der Zugsteuerrechner 5 bekommt von den Subsystemen 16, 17 ausgefallene Antriebs- oder Bremskräfte über die Datenübertragung mitgeteilt oder ermittelt

diese Ausfälle selbst bei Feststellung von Informationsausfall von diesen Subsystemen. Die bei der "Quasi-Laufachse" B in 6.1 erzwungene Reduzierung von Kräften wird dort ebenfalls als Ausfall bzw. Teilausfall gemeldet und durch Mitteilung der Summe aller Defizite im Zugverband werden alle Subsysteme per Signal von der Zugsteuerung veranlaßt, diese Defizite mit ihren technischen Reserven zu ersetzen.

Beträgt die um einen Faktor k reduzierte Führungsgröße $WZ1 = k \cdot WZ$ für die "Quasi-Laufachse", so errechnet sich die Erhöhung der Führungsgröße $WZ2$ für alle anderen Achsen nach der Formel

$$WZ2 = WZ + ((1 - (k \cdot WZ)/(n \cdot a)) \cdot WZ)$$

Darin bedeuten:

- $WZ2$ = die erhöhte Führungsgröße,
- WZ = übertragene (normale) Führungsgröße,
- $(n \cdot a)$ = die Achsenzahl (für n = Achsen/Wagen),
- a = Wagenzahl und
- k = Reduktionsfaktor.

Bei jedem neuen Bremsbefehl oder Fahrbefehl wird im Fortzählungsverfahren eine neue "Quasi-Laufachse" hier beim Bremsen z. B. C bestimmt. Bei Triebzügen mit gemischt wirkenden haftwertabhängigen Bremssystemen, z. B. Scheibenbremsen, und zusätzlich haftwertunabhängigen Bremssystemen, z. B. Wirbelstrombremsen, werden diese Systeme differenziert betrieben. Sie wirken neben der Motorbremse, sind hierarchisch strukturiert und lösen einander überlappend ab. Bei höheren Geschwindigkeiten > 60 km/h wirken die haftwertabhängigen Systeme im allgemeinen noch nicht, nur die haftwertunabhängigen Wirbelstrombremsen. Deren Wirkung läßt bei niedrigen Geschwindigkeiten nach und die Scheibenbremsen werden als haftwertabhängige Systeme mitherangezogen. Ab 60 km/h werden im allgemeinen die Wirbelstrombremsen abgeschaltet. Die Verteilung der gemeinsamen Bremskraft auf die verschiedenen Bremssysteme wird nach einem mathematischen Rechenverfahren vorgenommen. Dabei sollen die haftwertunabhängigen Bremssysteme mit der vollen vorgegebenen Führungsgröße arbeiten und für die haftwertabhängigen Bremssysteme wird bei der "Quasi-Laufachse" eine reduzierte und für die übrigen Achsen zur Defizitverteilung eine erhöhte Führungsgröße vorgesehen. Zweckmäßig kann es sein, für die ausgewählte "Quasi-Laufachse" eine auf praktisch 0 reduzierte Führungsgröße, d. h. überhaupt keine Bremswirkung vorzusehen und als Totalausfall der zentralen Zugsteuerung mitzuteilen. Diese nimmt eine Umverteilung der ausgefallenen Bremskraft vor. Man kann damit auf einfache Weise in einem weiten Bremsbereich eine Laufachse erzielen, ohne auf Bremskraft verzichten zu müssen, d. h. solange es die betrieblichen Möglichkeiten und Reserven zulassen. Der Zug kann weiter sein vorgeschriebenes Geschwindigkeitsprofil fahren. Bei Notbremsbetrieb ist natürlich dieser Vorgang unterdrückt. Beim Fahrbetrieb wird man mit nur einer teilweise reduzierten Führungsgröße für die "Quasi-Laufachse" arbeiten. Nimmt der Fahrer den Fahrbefehl zurück, d. h. stellt den Fahrbefehl auf 0, z. B. Leerlauf im Gefälle und beschleunigt bei der nächsten Steigung wieder, dann gilt dies als neue Fahrordnung mit der fortschreitenden Auswahl einer neuen "Quasi-Laufachse", wie vorgeschrieben. Damit werden alle Achsen gleichmäßig abwechselnd auch als Laufachsen betrieben und im Verschleiß vereinheitlicht.

Bei gemischten Bremssystemen bei gemeinsamem Steuergerät 16 muß natürlich sichergestellt werden, daß die von einem Ein-/Ausgaberechner 6 (z. B. 6.1 oder 6.2) über den Reduktionsfaktor k an das Bremssteuergerät 16 (z. B. 16.1 oder 16.2) reduzierte Führungsgröße nur an die bremskraftabhängigen Bremssysteme weitergegeben wird. Dazu kann die zentrale Zugsteuerung über das mit der Schlüsselzahl angesprochene Datenübertragungsgerät 1 zum Befehl zur Reduzierung der Führungsgröße einen zusätzlichen Befehl erzeugen, der verhindert, daß auch die haftwertunabhängigen Bremssysteme in ihrer Wirkung reduziert werden.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß durch die Erfindung für ein Regelungssystem, wie es z. B. im ICE eingesetzt wird, auf einfache Weise "Laufachsen" gewonnen werden können, ohne daß ein Zugkraft- oder Bremskrafteinbruch erfolgt und daß außerdem die von den Datenübertragungseinrichtungen zu übertragenden Daten drastisch minimiert werden.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

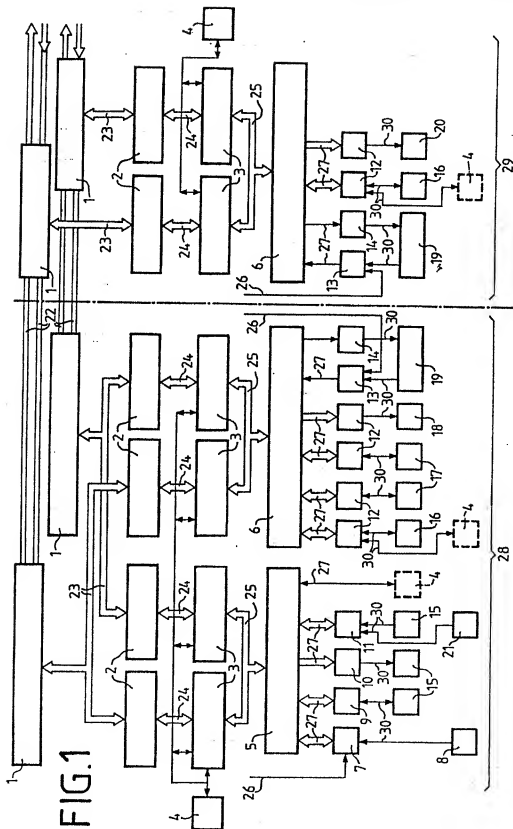


FIG.2

